รายงานผลการดำเนินงานโครงการ

โครงการการพัฒนาพฤกษเคมีพร้อมใช้จากคราม

รหัสโครงการ 60A5531คทก02w03

วันที่ 1 ตุลาคม 2559 ถึง 30 กันยายน 2560

ณ โรงงานต้นแบบอุตสาหกรรมเกษตร

คณะเทคโนโลยีการเกษตร

มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร

รายงานผลการดำเนินงานโครงการ

โครงการการพัฒนาพฤกษเคมีพร้อมใช้จากคราม

รหัสโครงการ 60A5531คทก02w03

วันที่ 1 ตุลาคม 2559 ถึง 30 กันยายน 2560

ณ โรงงานต้นแบบอุตสาหกรรมเกษตร

คณะเทคโนโลยีการเกษตร

มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร

คำนำ

การพัฒนาพฤกษเคมีพร้อมใช้จากคราม เป็นกิจกรรมย่อยของโครงการอนุรักษ์พันธุกรรมพืช อันเนื่องมาจากพระราชดำริสมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี (อพ.สธ.) ที่มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนครร่วมสนองพระราชดำริ เม็ดสีครามเป็นสีที่สกัดออกมาจากใบครามด้วยปฏิกิริยาไฮโดรไลซีส ซึ่งเม็ดสีจะไม่ละลายน้ำ เมื่อทำมาผ่านกระบวนการทำแห้งด้วยวิธีกักเก็บสารสำคัญด้วยเครื่องระเหยน้ำแบบพ่นฝอยจะได้ครามผงที่มีความชื้นร้อยละ 2 อย่างไรก็ดีกระบวนการที่อนุภาคเม็ดสีครามถูกห่อหุ้มให้อยู่ในรูปของแคปซูลด้วยพอลิเมอร์เป็นชั้นบางๆ ให้เกิดเป็นแคปซูลขนาดเล็กให้ประสิทธิภาพในการทำเป็นครามผงไม่ดีนักต้องมีกระบวนการต่อเนื่อง และสามารถนำไปใช้ผสมในผลิตภัณฑ์พวก เช่น สบู่ ยาสระผม ครีมล้างมือ เป็นต้น ให้เกิดเป็นสีครามเพื่อสร้างความโดดเด่นให้กับผลิตภัณฑ์ได้

ดร.ธนกร ราชพิลา

กันยายน 2560

สารบัญ

	หน้า
คำนำ	3
สารบัญ	4
สารบัญภาพ	**5**
สารบัญตาราง	6
ส่วนที่ 1 บทนำ	7
1.1 หลักการและเหตุผล	7
1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการ	8
1.3 ตัวชี้วัดความสำเร็จ	8
ส่วนที่ 2 วิธีการดำเนินการ	9
2.1 เป้าหมาย	9
2.2 เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้	9
2.3 วิธีการ	9
2.4 วัตถุดิบ	11
2.5 เครื่องมือและอุปกรณ์	11
2.6 สารเคมี	12
2.7 ผลการศึกษาวิธีการเตรียมน้ำคราม	13
2.8 ผลการศึกษากระบวนการทำแห้งด้วยวิธีกักเก็บ	20
ส่วนที่ 3 การวิเคราะห์ข้อมูล	25
3.1 การวัดค่าความหนาแน่น	25
3.2 การวัดค่าความสามารถในการละลาย	25
3.3 การวัดค่าสี	25
3.4 การวัดค่าความเป็นกรด – ด่าง (pH)	26
3.5 การหาปริมาณความชื้น	26
3.6 วิธีวิเคราะห์หาปริมาณกิจกรรมของน้ำ (aw)	26
3.7 การหาปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด	27
3.8 การหาปริมาณยีสต์และรา	27
ส่วนที่ 4 สรุปผลการดำเนินการและข้อเสนอแนะ	29

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
2-1	ส่วนประกอบและรูปแบบของ microencapsulation	10
2-2	core-shell particle and matrix particle	10
2-3	การเก็บเกี่ยวใบคราม	15
2-4	การเตรียมน้ำครามในขั้นตอนต่างๆ	16
2-5	การแยกชั้นของน้ำคราม	17
2-6	น้ำครามที่ได้หลังจากการปรับค่า pH และเติมออกซิเจน	18
2-7	น้ำครามที่ผ่านการแยกรอบที่ 3	18
2-8	น้ำครามที่ผ่านการ Separation รอบที่ 6	19
2-9	เปรียบเทียบสีน้ำครามที่ผ่านการ Separation รอบที่ 3 และรอบที่ 6	19
2-10	กระบวนการทำแห้งด้วยวิธีกักเก็บด้วยเครื่องระเหยน้ำแบบพ่นฝอย	20
2-11	ครามผงและครามผงละลายน้ำ	21
2-12	น้ำครามเข้มข้น (Indigo paste)	23
2-13	น้ำครามเข้มข้นให้เป็นครามก้อน (Indigo cake)	23
2-14	นำครามผงมาเป็นผลิตภัณฑ์สารพฤษเคมีพร้อมใช้รูปแบบเจลล้างมือและสบู่	23
2-15	ตัวอย่างผลิตภัณฑ์สารพฤษเคมีพร้อมใช้รูปแบบเจลล้างมือและสบู่	24
2-16	ตัวอย่างฟองครามจากผลิตภัณฑ์สบู่ล้างมือ	24
4-1	ครามผงบรรจุขวดแก้ว	29

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
3-1	คุณสมบัติทางกายภาพ เคมี ของน้ำครามสดก่อนปรับ pH	17
3-2	คุณสมบัติทางกายภาพ เคมี ของน้ำครามหลังปรับ pH และแยกเม็ดสี	17
3-3	คุณสมบัติทางกายภาพ เคมี และจุลชีววิทยาของครามผง	21
3-4	คุณสมบัติทางกายภาพ เคมี ของน้ำครามที่ละลายจากครามผง	22

ส่วนที่ 1

บทนำ

1.1 หลักการและเหตุผล

ตามที่ทางโครงการอนุรักษ์พันธุกรรมพืชอันเนื่องมาจากพระราชดำริ สมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี (อพ.สธ.) ได้ดำเนินงานตามแผนแม่บท อพ.สธ.ระยะ 5 ปีทีห้า (ตุลาคม 2555 – กันยายน 2559) โดยในปัจจุบันมีหน่วยงานที่ร่วมสนองพระราชดำริ จำนวน 134 หน่วยงานนั้นซึ่งทาง อพ.สธ. ได้ขอพระราชทานวินิจฉัยเกี่ยวกับแผนจัดการงบประมาณโครงการอนุรักษ์พันธุกรรมพืชอันเนื่องมาจากพระราชดำริฯ ปี 2555 และ ปี 2556 ทั้งนี้มีพระราชกระแสให้หน่วยงานที่เกี่ยวข้องพิจารณาความเหมาะสม ซึ่งเห็นควรให้ อพ.สธ. กราบบังคมทูลขอพระราชทานพระราชทานพระราชวินิจฉัยเกี่ยวกับแผนงบประมาณ ช่วงเดือน ตุลาคม – พฤศจิกายน ของทุกปี หากมีกิจกรรมที่ไม่สอดคล้องกับแนวพระราชดำริก็สามารถปรับแก้ไขได้ ก่อนที่จะนำเสนอสำนักงบประมาณเพื่อขอตั้งงบประมาณประจำปีในช่วงเดือนมกราคมต่อ โดยมีกิจกรรมทั้งสิ้น 8 กิจกรรม มีคำว่าพืชลงท้ายในทุกกิจกรรม แต่ในแผนแม่บทระยะ 5 ปีที่ห้าของ อพ.สธ. นั้นไม่ได้มุ่งเน้นเพียงแต่ทรัพยากรพันธุกรรมพืช แต่ยังรวมถึงทั้ง 3 ฐานทรัพยากร ได้แก่ ทรัพยากรกายภาพ ทรัพยากรชีวภาพ และทรัพยากรวัฒนธรรมและภูมิปัญญา

เพื่อสนองพระราชดำริ สมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี (อพ.สธ.) จึงใคร่ขออนุมัติโครงการตามฐานที่ 2 กรอบการใช้ประโยชน์ เพื่อพัฒนาและเพิ่มประสิทธิภาพการดำเนินงานศึกษาประเมินศักยภาพของทรัพยากรต่างๆ ใน อพ.สธ. ทั้งในด้านการพัฒนาและการบริหารจัดการให้การดำเนินงานเป็นไปในทิศทางเดียวกันและเอื้ออำนวยประโยชน์ต่อกัน โดยมีกิจกรรมที่ดำเนินงานตามกิจกรรมที่ 4 กิจกรรมอนุรักษ์และใช้ประโยชน์พันธุกรรมพืช เป้าหมาย เป็นกิจกรรมที่ดำเนินการศึกษาประเมินพันธุกรรมพืช และทรัพยากรอื่นๆ ที่สำรวจเก็บรวบรวมและปลูกรักษาไว้ ห้องปฏิบัติการมีการศึกษาด้านโภชนาการ องค์ประกอบ รงควัตถุ กลิ่น การใช้ประโยชน์ ศึกษาคุณสมบัติ คุณภาพ ในทรัพยากรต่างๆ โดยการดำเนินในกิจกรรมเพื่ออนุรักษ์และใช้ประโยชน์ทรัพยากรวัฒนธรรมและภูมิปัญญาและเป็นแนวทางนำไปสู่การอนุรักษ์และใช้ประโยชน์ได้อย่างยั่งยืนโดยมี อพ.สธ. เป็นที่ปรึกษา ประสานงาน ร่วมมือ ส่งเสริม และทำหน้าที่เป็นแกนกลางในการดำเนินงานด้านวิชาการและการวิจัย ร่วมกับหน่วยงานที่ร่วมสนองพระราชดำริ

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการ

1. สนองพระราชดำริโครงการอนุรักษ์พันธุกรรมพืชอันเนื่องมาจากพระราชดำริ สมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี (อพ.สธ.)
2. เพื่อพัฒนากระบวนการผลิตพฤกษเคมีพร้อมใช้จากคราม
3. เพื่อพัฒนาเทคโนโลยีการผลิตครามผงที่เหมาะสมด้วยวิธีเอนแคปซูเลชั่น

1.3 ตัวชี้วัดความสำเร็จ

ผลผลิต (Output**)**

1.ผลิตภัณฑ์พัฒนาพฤกษเคมีพร้อมใช้จากคราม 1 ผลิตภัณฑ์

ผลผลลัพธ์ (Outcome**)**

1. มีครามผงไว้ใช้งาน 500 ชิ้น
2. สามารถนำครามผงไปผลิตเป็นผลิตภัณฑ์อื่น 2 ผลิตภัณฑ์

ส่วนที่ 2

วิธีดำเนินการ

การพัฒนาพฤกษเคมีพร้อมใช้จากครามดำเนินการโดยการศึกษาและวิจัยการผลิตครามผงและผลิตภัณฑ์จากครามผงในระดับโรงงานต้นแบบโดยเริ่มตั้งแต่กระบวนการเก็บเกี่ยวครามจนถึงกระทวนการผลิตครามผงให้ได้ผลิตภัณฑ์สุดท้ายเป็นครามผงพร้อมใช้ โดยมีรายละเอียดดังนี้

2.1 เป้าหมาย

กระบวนการผลิตภัณฑ์ครามผงด้วยวิธีเอนแคปซูเลชั่น จำนวน 1 ชิ้น

2.2 เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้

การพัฒนาผลิตภัณฑ์ในระดับห้องปฏิบัติการและวิเคราะห์คุณสมบัติทางกายภาพและทางเคมี

2.3 วิธีการ

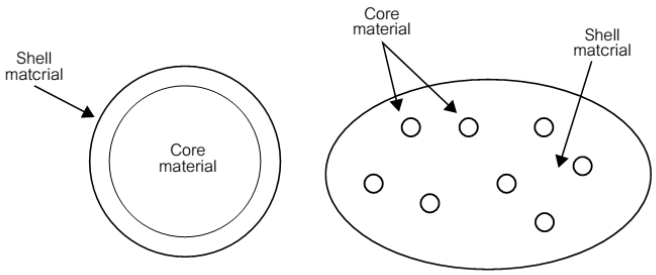
เอนแคปซูเลชัน (encapsulation) คือ กระบวนการที่ของเหลวหรืออนุภาคถูกห่อหุ้มให้อยู่ในรูปของแคปซูลด้วยพอลิเมอร์เป็นชั้นบางๆ เกิดเป็นแคปซูลขนาดเล็กซึ่งมีขนาดตั้งแต่ 1 ไมครอน จนถึง 1,000 ไมครอน (ถ้าระดับไมโครเมตรเรียกว่า microencapsulation) มีคุณสมบัติที่เป็นประโยชน์มากมาย สาเหตุที่ต้องใช้เทคนิคไมโครเอนแคปซูเลชันเนื่องจากสารบางชนิดมีความไวต่อสภาวะแวดล้อมภายนอก เช่น แสงแดด ออกซิเจน น้ำ เป็นต้น ทำให้มีคุณสมบัติที่เปลี่ยนไปเนื่องจากสารบางชนิดระเหยได้ง่าย หากไม่มีแคปซูลมาป้องกันอาจระเหยหมด ช่วยให้ง่ายต่อการนำไปใช้งาน เช่น การเปลี่ยนสารที่เป็นของเหลวให้อยู่ในรูปแคปซูลที่เป็นของแข็งง่ายแก่การนำไปผสมกับสารอื่นและไม่จับตัวเป็นก้อน สามารถควบคุมการทำงานของสารให้มีการปลดปล่อยสารในบริเวณที่เหมาะสม และยังลดความสิ้นเปลืองในการใช้สาร ตามปกติแล้วส่วนของแคปซูลจะประกอบด้วยส่วนสำคัญ 2 ส่วนหลัก ๆ ดังแสดงในภาพที่ 2-10 คือ (ธนกร ราชพิลา, 2558)

1. คอร์ (core) เป็นสารสำคัญที่บรรจุอยู่ภายในแคปซูล
2. วอลล์ (wall) หรือ เชลล์ (shell) คือ ผนังที่ห่อหุ้มซึ่งอยู่รอบนอกสารสำคัญ

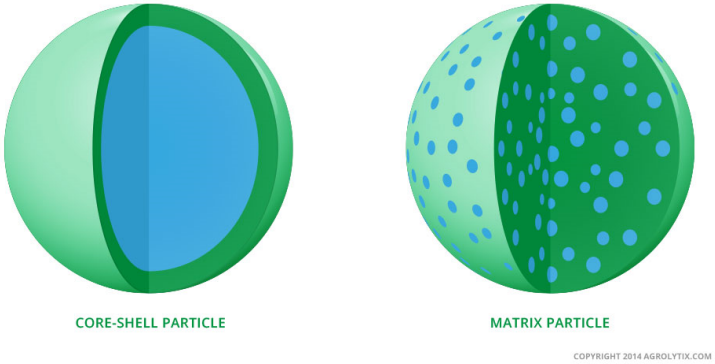
ส่วนประกอบและรูปแบบของไมโครเอนแคปซูเลชัน มี 2 รูป แบบคือ

1. คอร์ทั้งหมดถูกห่อหุ้มด้วยเชลล์ (core shell encapsulation)
2. คอร์กระจายตัวอยู่ภายในสารที่เป็นเชลล์ (matrix encapsulatin)

ดังนั้นคอร์ซึ่งคือส่วนของเชลล์และจะเป็นตัวกำหนดคุณลักษณะของไมโครเอนแคปซูลให้มีคุณสมบัติตามที่ต้องการ



ภาพที่ 2-1 ส่วนประกอบและรูปแบบของ **microencapsulation**
ที่มา : Wilson and Shah, 2007



ภาพที่ 2-2 core-shell particle and matrix particle
ที่มา : http://www.nanosaar.de/nanosaarengineering/

ชนิดของสารที่ใช้ผลิตเชลล์สารเคลือบที่ใช้ในการผลิตเชลล์เอนแคปซูเลทจะต้องมีคุณสมบัติดังนี้

1. ยึดติดกับคอร์ได้ดีและไม่ทำปฏิกิริยากับสารสำคัญที่จะนำมาเคลือบ
2. มีความหนืดต่ำที่ระดับความเข้มข้นสูง หรือเมื่ออยู่ในสภาวะที่เป็นของแข็ง
3. มีความคงตัวสูงสามารถปกป้องสารสำคัญจากสภาวะแวดล้อมภายนอกและไม่ชื้นง่าย
4. มีคุณสมบัติในการทำให้เกิดอิมัลชันที่มีความเสถียร สามารถแผ่เป็นฟิล์มบางๆ ได้ มีความยืดหยุ่นและมีความแข็งแรงเพียงพอ
5. ปลดปล่อยคอร์ได้ตามวัตถุประสงค์การใช้งาน

2.4 วัตถุดิบ

ใบครามสดจากบ้านดอนกอย อำเภอพรรณานิคม จังหวัดสกลนคร

2.5 เครื่องมือและอุปกรณ์

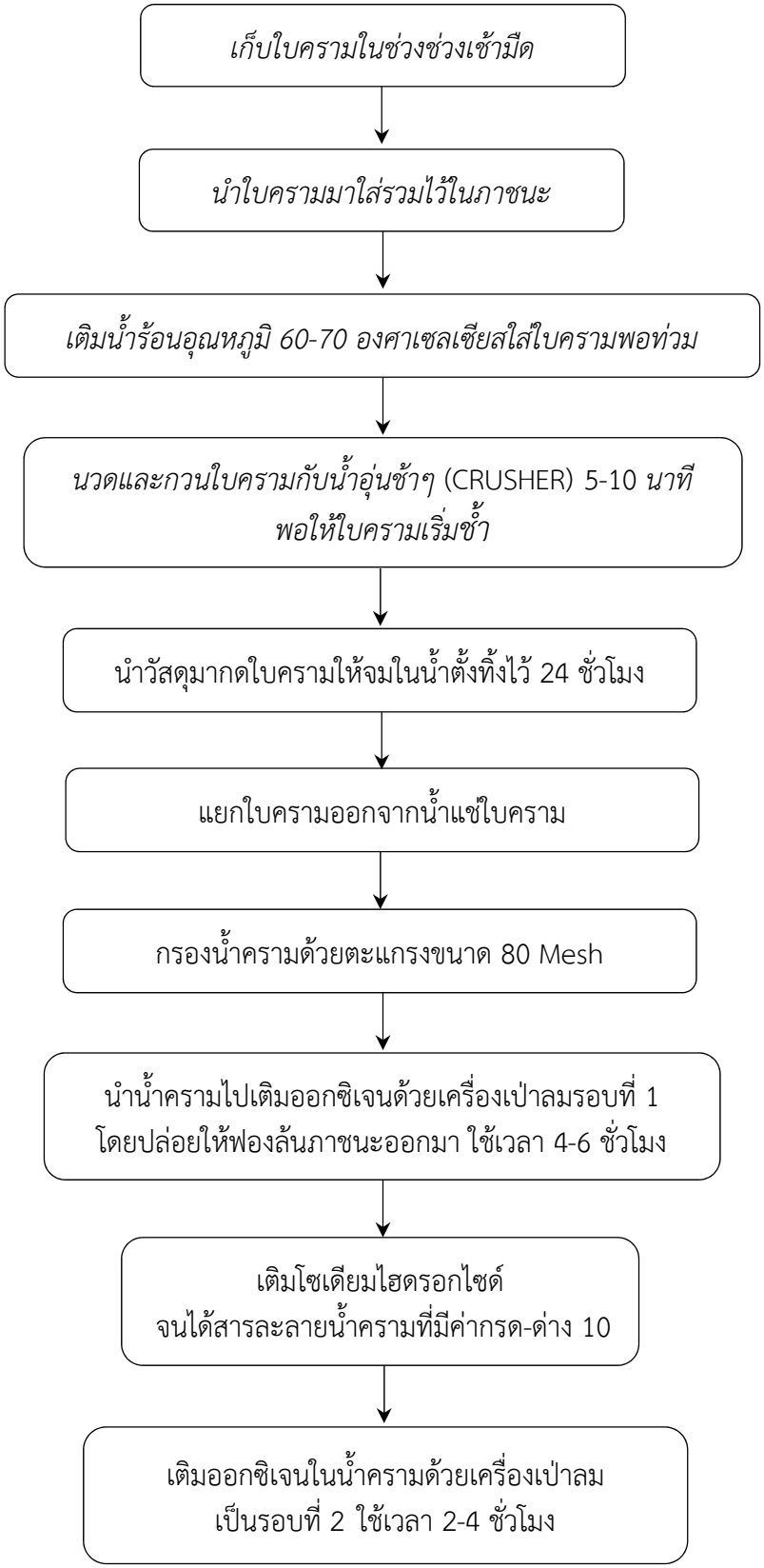
1. เครื่องจักรในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ ประกอบด้วย
    1. เครื่องระเหยน้ำแบบพ่นฝอย (EURO BEST TECHNOLOGY, SDE-50)
    2. ถังสแตนเลสขนาด 50 ลิตร
    3. เครื่องอัดลม
2. เครื่องมือและอุปกรณ์ในการวิเคราะห์ทางด้านกายภาพ
    1. เครื่องวัดความเป็นกรด-ด่าง (pH) (pH meter FEP 20, Meter Toledo)
    2. เครื่องชั่งทศนิยม 4 ตำแหน่ง (Mettler Toledo, MG - 204)
    3. เครื่องวัดค่าสี (Hunter Lab, Mini scan EZ)
    4. Hot plate stirrer (Harmony, HTS - 1003 LMS)
    5. Hand refractometer (ATAOG, N-1E)
    6. Watre bath (Daeyang ,WB-24G)
    7. Aqualab รุ่น Aw-CX3 TE
3. เครื่องมือและอุปกรณ์ในการวิเคราะห์ทางด้านเคมี
    1. ตู้อบลมร้อน (Memmert, D 06062)
    2. เครื่องชั่งทศนิยม 4 ตำแหน่ง (Mettler Toledo, ME 204)
    3. โถดูดความชื้น (Desiccator)
    4. ถ้วยอลูมิเนียมสำหรับการวิเคราะห์หาความชื้น
4. เครื่องมือและอุปกรณ์ในการวิเคราะห์ทางด้านจุลินทรีย์
    1. เครื่องนึ่งฆ่าเชื้อ (APPLIED MEDIC HIGH, MC - 200 C)
    2. ตู้บ่มเชื้อ (Incubator) (Memmert , OR1149)
    3. เตาอบไมโครเวฟ
5. อุปกรณ์เครื่องแก้ว

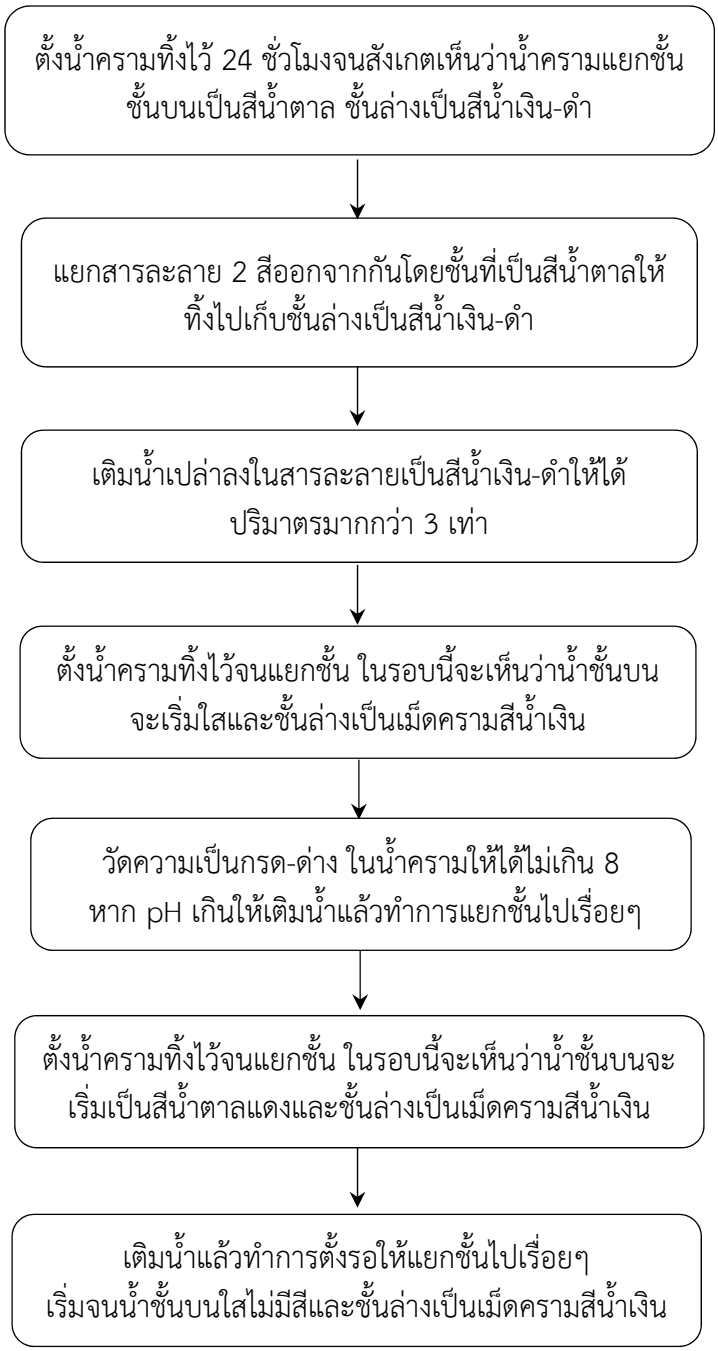
    เช่น กระบอกตวง, แท่งแก้วคนสาร, Burette Flask, Beaker, Volumetric Flask Dropper, Duran, Petri Dish และ Pipette
6. บรรจุภัณฑ์
    1. ขวดแก้วฝาเกลียว
    2. ซองอลูมิเนียมฟอยด์แบบซีล 3 ด้านสีเงิน

2.6 สารเคมี

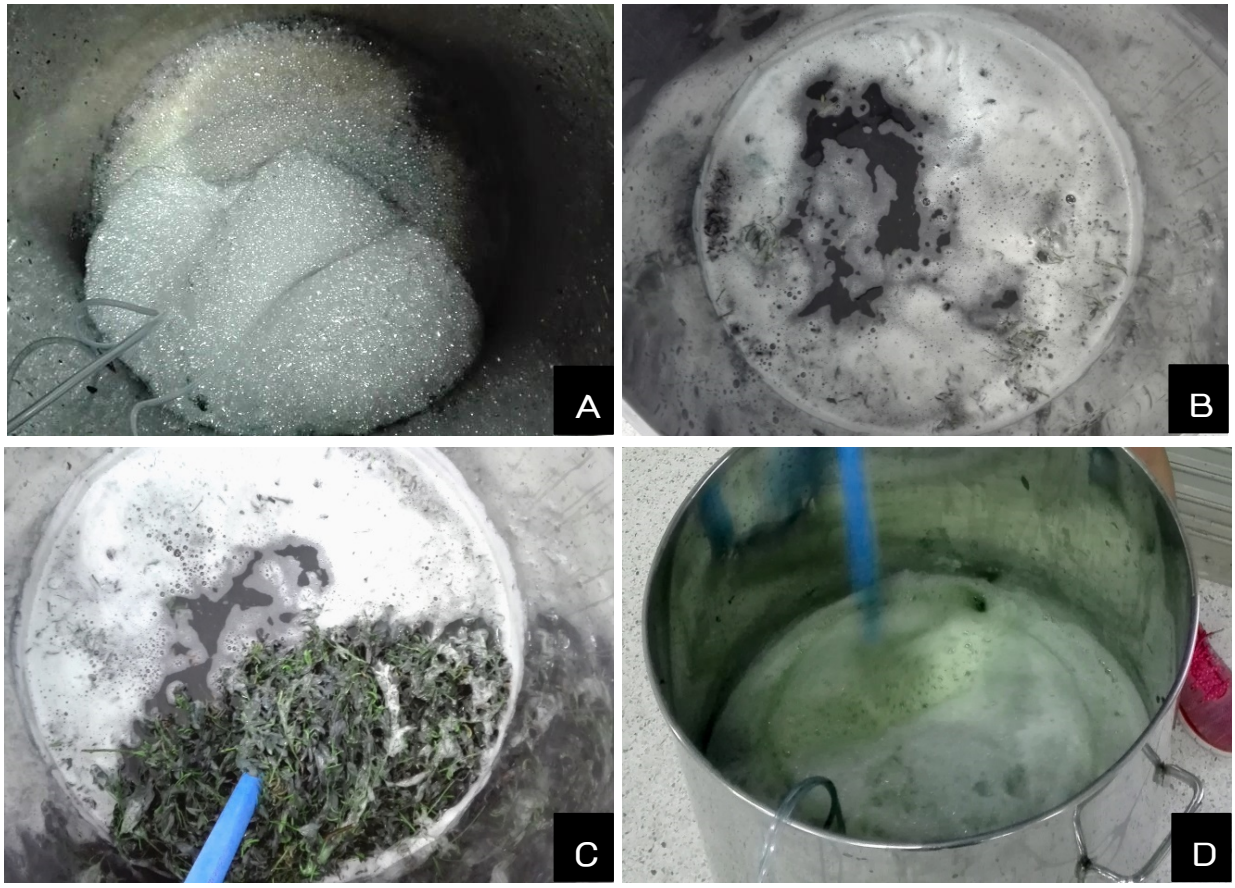
1. สารเคมีที่ใช้ในการพัฒนาผลิตภัณฑ์
    1. แป้งดัดแปร (Modified starch)
    2. กัมอารบิก (gum arabic)
    3. OSAN (N-Octenyl Succinic Anhydride Substituted Starches)
    4. โซเดียมอัลจิเนต (sodium alginate)
2. สารเคมีที่ใช้วิเคราะห์
    1. โซเดียมไฮดรอกไซด์ (Sodium Hydroxide)
    2. ฟีนอล์ฟทารีน Phenolphthalein
    3. โพรแทสเซียมไฮโดรเจนพทาเลต Potassium hydrogen phthalate (KHP)
    4. Plate Count agar (PCA)
    5. Potato dextrose agar (PDA)
    6. เปปโตน (Peptone Water)
    7. Sodium dithionite $Na_2S_2O_4$

2.7 ผลการศึกษาวิธีการเตรียมน้ำคราม




ตั้งน้ำครามทิ้งไว้ 24 ชั่วโมงจนสังเกตเห็นว่าน้ำครามแยกชั้น ชั้นบนเป็นสีน้ำตาล ชั้นล่างเป็นสีน้ำเงิน-ดำ
แยกสารละลาย 2 สีออกจากกันโดยชั้นที่เป็นสีน้ำตาลให้ทิ้งไปเก็บชั้นล่างเป็นสีน้ำเงิน-ดำ
เติมน้ำเปล่าลงในสารละลายเป็นสีน้ำเงิน-ดำให้ได้ปริมาตรมากกว่า 3 เท่า
ตั้งน้ำครามทิ้งไว้จนแยกชั้น ในรอบนี้จะเห็นว่าน้ำชั้นบนจะเริ่มใสและชั้นล่างเป็นเม็ดครามสีน้ำเงิน
วัดความเป็นกรด-ด่าง ในน้ำครามให้ได้ไม่เกิน 8 หาก pH เกินให้เติมน้ำแล้วทำการแยกชั้นไปเรื่อยๆ
ตั้งน้ำครามทิ้งไว้จนแยกชั้น ในรอบนี้จะเห็นว่าน้ำชั้นบนจะเริ่มเป็นสีน้ำตาลแดงและชั้นล่างเป็นเม็ดครามสีน้ำเงิน
เติมน้ำแล้วทำการตั้งรอให้แยกชั้นไปเรื่อยๆ เริ่มจนน้ำชั้นบนใสไม่มีสีและชั้นล่างเป็นเม็ดครามสีน้ำเงิน

ภาพที่ 2-3 การเก็บเกี่ยวใบคราม



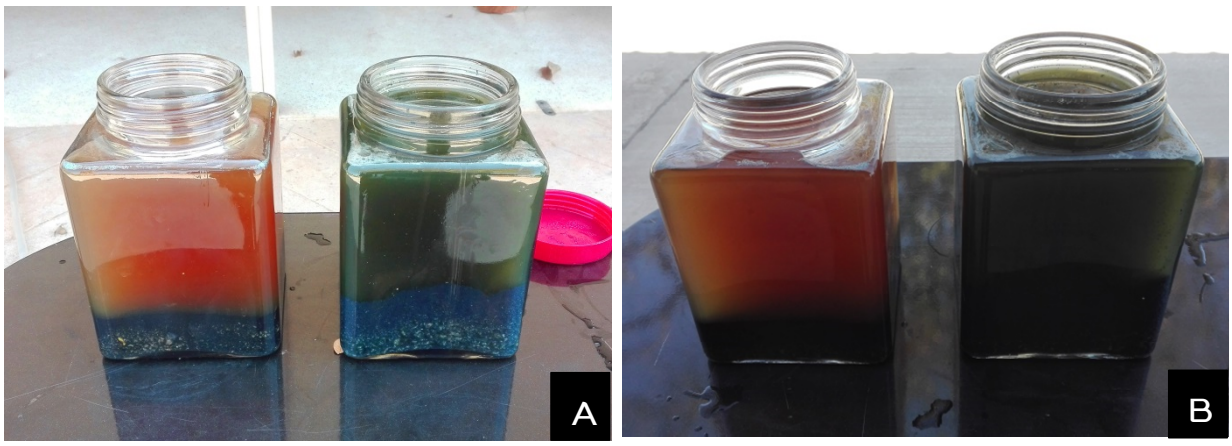
ภาพที่ 2-4 การเตรียมน้ำครามในขั้นตอนต่างๆ

A การเติมอากาศรอบที่ 1

B น้ำครามหลังการเติมอากาศรอบที่ 1

C การนำใบครามแยกออกจากน้ำคราม

D น้ำครามหลังการเติมอากาศรอบที่ 2



ภาพที่ 2-5 การแยกชั้นของน้ำคราม

นำน้ำครามไปตรวจการวิเคราะห์คุณภาพทางด้านทางกายภาพและเคมี โดยตรวจวัด ค่าสี ด้วยระบบ Hunter (L ,a และ b) ด้วยเครื่องวัดค่าสี ความหนืด ค่าความเป็นกรด-ด่าง และปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด ได้ผลดังตารางที่ 1

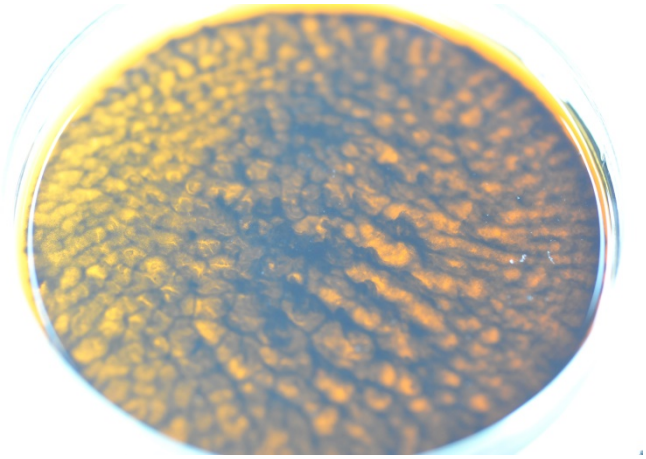
ตารางที่ 3-1 คุณสมบัติทางกายภาพ เคมี ของน้ำครามสดก่อนปรับ pH

คุณสมบัติ	ปริมาณ
ค่าสี (ระบบ Hunter L a b)	
L	20.5 ± 1.33
a	-5.6 ± 2.42
b	28.2 ± 1.23
ความหนืด (cP)	4.64 ± 0.32
ค่าความเป็นกรด-ด่าง	8.2 ± 0.04

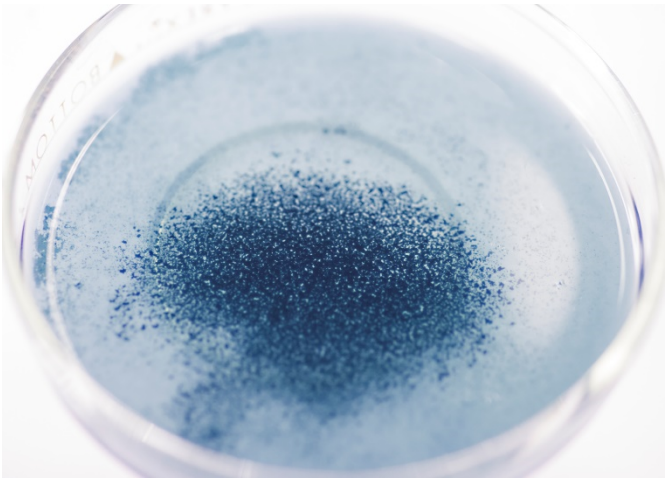
ตารางที่ 3-2 คุณสมบัติทางกายภาพ เคมี ของน้ำครามหลังปรับ pH และแยกเม็ดสี

คุณสมบัติ	ปริมาณ
ค่าสี (ระบบ Hunter L a b)	
L	75.1 ± 1.09
a	34.7 ± 0.74
b	66.2 ± 0.53
ความหนืด (cP)	4.12 ± 0.72
ค่าความเป็นกรด-ด่าง	9.2 ± 0.04

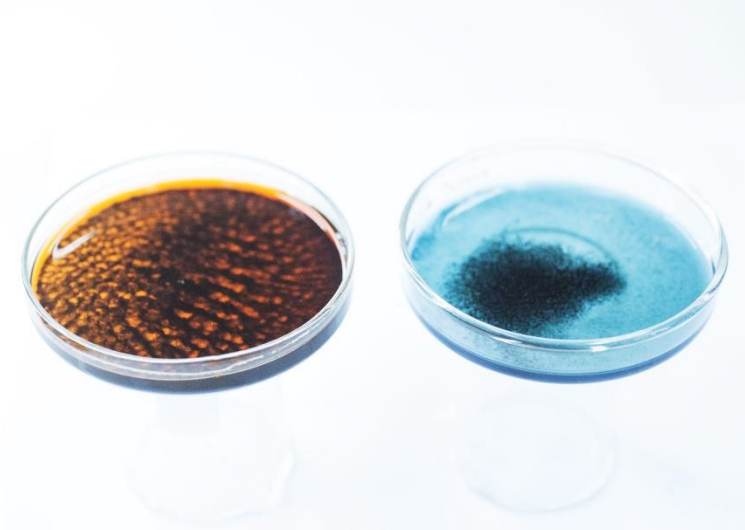
ภาพที่ 2-6 น้ำครามที่ได้หลังจากการปรับค่า pH และเติมออกซิเจน



ภาพที่ 2-7 น้ำครามที่ผ่านการแยกรอบที่ 3



ภาพที่ 2-8 น้ำครามที่ผ่านการ Separation รอบที่ 6



ภาพที่ 2-9 เปรียบเทียบสีน้ำครามที่ผ่านการ Separation รอบที่ 3 และรอบที่ 6

2.8 ผลการศึกษากระบวนการทำแห้งด้วยวิธีกักเก็บ

กระบวนการทำแห้งด้วยวิธีกักเก็บ (encapsulation)

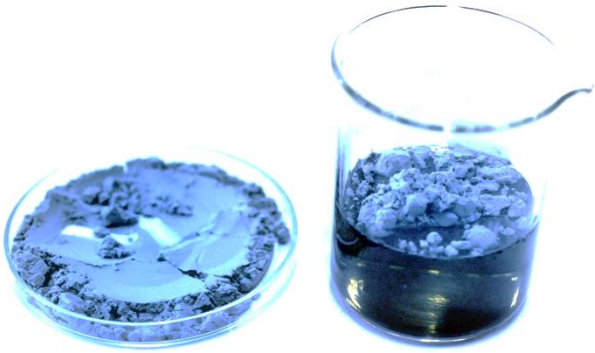
1. นำน้ำครามที่ผ่านการแยกจนเหลือแต่เม็ดสีครามผสมกับสารเคลือบที่มีส่วนผสมของแป้งดัดแปร (Modified starch) กัมอารบิก (gum arabic) OSAN (N-Octenyl Succinic Anhydride Substituted Starches) และโซเดียมอัลจิเนต (sodium alginate) ในอัตราส่วนร้อยละ 5 ละลาย และผสมจนเป็นเนื้อเดียวกันปรับให้ได้ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ทั้งหมดร้อยละ 5

2. นำน้ำจากข้อ 1 ไปอบแห้งโดยใช้เครื่องระเหยน้ำแบบพ่นฝอย (spray dry) โดยมีการกำหนดวิธีการไหลของการฉีดพ่นน้ำครามแบบเคลื่อนที่ตามกัน (co-current flow)

อุณหภูมิลมร้อนขาเข้า 190 องศาเซลเซียส

อุณหภูมิลมร้อนขาออก 90 องศาเซลเซียส

ภาพที่ 2-10 กระบวนการทำแห้งด้วยวิธีกักเก็บด้วยเครื่องระเหยน้ำแบบพ่นฝอย



ภาพที่ 2-11 ครามผงและครามผงละลายน้ำ

ตารางที่ 3-3 คุณสมบัติทางกายภาพ เคมี และจุลชีววิทยาของครามผง

คุณสมบัติ	ปริมาณ
ค่าสี (ระบบ Hunter L a b)	
L	24.7 ± 3.32
a	-12.8 ± 3.54
b	27.2 ± 2.43
ความหนืด (cP)	4.15 ± 0.00
ค่าความเป็นกรด-ด่าง	7.9 ± 0.00
ความชื้น (ร้อยละ)	2.25± 0.00
ค่าความหนาแน่นจำเพาะ (g/L)	634.26 ± 5.45
อัตราการละลาย (วินาที)	246.67 ± 10.12
ค่าวอเตอร์แอกติวิตี้ (aw)	0.2467 ±0.00
ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด (CFU/g)	<3.0 MPN/g
โคลิฟอร์ม (MPN/g)	<10 CFU/g
ยีสต์และรา (CFU/g)	3.2x10 CFU/g

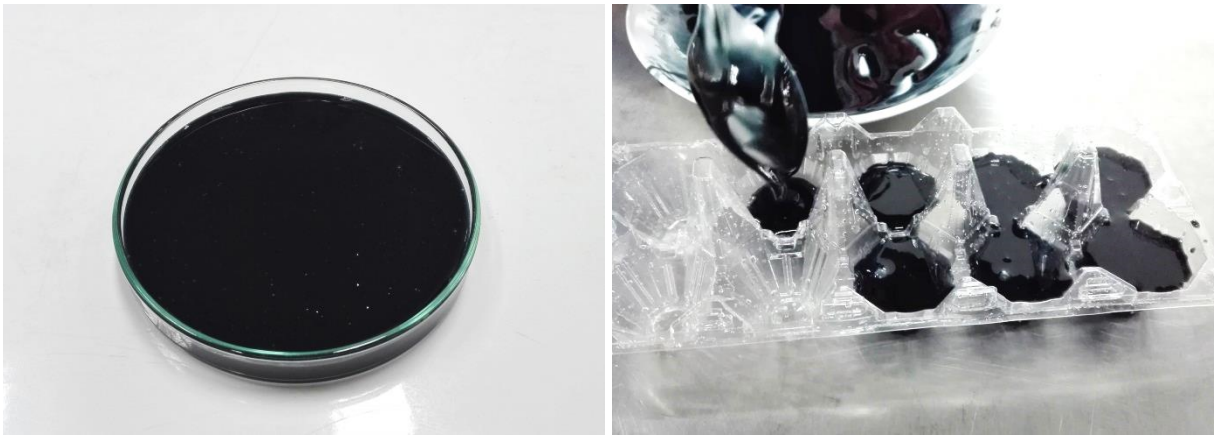
เมื่อนำผงครามจากการทำแห้งด้วยวิธีกักเก็บปริมาณ 2 ช้อนโต๊ะ (15 กรัม) มาละลายน้ำ 200 มิลลิลิตร เพื่อทดสอบคุณสมบัติทางกายภาพ เคมี ดังแสดงตารางที่ 4

ตารางที่ 3-4 คุณสมบัติทางกายภาพ เคมี ของน้ำครามที่ละลายจากครามผง

คุณสมบัติ	ปริมาณ
ค่าสี (ระบบ Hunter L a b)	
L	23.6 ± 0.32
a	-4.5 ± 1.42
b	26.2 ± 1.71
ความหนืด (cP)	4.15 ± 0.00
ค่าความเป็นกรด-ด่าง	7.9 ± 0.00
ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด	5.5± 0.00

เมื่อนำครามผงที่ได้มาละลายน้ำน้ำครามจะไม่เป็นสีน้ำเงินในทันทีจะต้องตั้งทิ้งไว้ให้สัมผัสกับออกซิเจนเป็นระยะเวลานานมากกว่า 2 ชั่วโมง สีของน้ำครามจึงจะเปลี่ยนจากสีเขียวเป็นสีน้ำเงินจะต้องมีการปรับ pH ให้เป็น pH 10 อีกครั้งจึงเห็นเม็ดครามสีน้ำเงิน ผงครามที่ได้จากการทำแห้งด้วยวิธีกักเก็บ (encapsulation) ยังไม่มีความเสถียรเพียงพอที่จะนำไปใช้ประโยชน์ด้วยการละลายน้ำแล้วเกิดเป็นสีในทันที ผงครามที่ได้จากการพัฒนาในขั้นนี้จึงยังไม่เหมาะที่จะนำไปใช้เป็นผลิตภัณฑ์พฤกษเคมีพร้อมใช้ แต่อย่างไรเนื่องจากสีครามเป็นเม็ดสีที่ไม่ละลายน้ำหากเติมสารเพิ่มความคงตัวประมาณร้อยละ 15 เพื่อให้เม็ดสีครามสามารถแขวนลอยอยู่ในของเหลวได้ข้อค้นพบจากการศึกษาพบว่าเมื่อผสมสารเพิ่มความคงตัวในกลุ่มแป้งดัดแปร กัมอารบิก OSAN และโซเดียมอัลจิเนต ซึ่งสารเคมีทั้งหมดสามารถละลายน้ำและสามารถรับประทาน ให้เม็ดครามแทนการใช้ปูนขาวตามภูมิปัญญาชาวบ้าน จะได้ผลิตภัณฑ์ในรูปแบบของเนื้อครามเหลวที่มีความเข้มข้นสูง (Indigo paste) หรือเมื่อนำไประเหยน้ำจนแห้งจะได้เนื้อครามก้อน (Indigo cake) สามารถนำไปผสมกับสบู่ สบู่เหลว เจลล้างมือ ยาสระผม ได้

ภาพที่ 2-12 น้ำครามเข้มข้น (Indigo paste)



ภาพที่ 2-13 น้ำครามเข้มข้นให้เป็นครามก้อน (Indigo cake)

ภาพที่ 2-14 นำครามผงมาเป็นผลิตภัณฑ์สารพฤษเคมีพร้อมใช้รูปแบบเจลล้างมือและสบู่

ภาพที่ 2-15 ตัวอย่างผลิตภัณฑ์สารพฤษเคมีพร้อมใช้รูปแบบเจลล้างมือและสบู่

ภาพที่ 2-16 ตัวอย่างฟองครามจากผลิตภัณฑ์สบู่ล้างมือ

ส่วนที่ 3

การวิเคราะห์ข้อมูล

3.1 การวัดค่าความหนาแน่น

การวัดค่าความหนาแน่น (AOAC, 2000)

1) ใช้กระบอกตวงขนาด 50 มิลลิลิตร

2) นำตัวอย่างผงครามใส่ลงไปในกระบอกตวงให้ได้ปริมาณ 25 มิลลิลิตร ชั่งน้ำหนัก

3) วิธีคำนวณหาความหนาแน่น

$$\text{ความหนาแน่นรวม} = \frac{\text{น้ำหนักของตัวอย่าง(กรัม)}}{\text{ปริมาณของตัวอย่าง(กรัม)}}$$

3.2 การวัดค่าความสามารถในการละลาย

การวัดค่าความสามารถในการละลาย (ดัดแปลงจาก Shittu, 2007)

1) ชั่งตัวอย่างผงคราม 0.6 กรัม ใส่ในบีกเกอร์

2) เติมน้ำกลั่น 50 มิลลิลิตรที่อุณหภูมิประมาณ 70 ˚C

3) กวนตัวอย่างให้ละลายด้วย Magnetic stirrer โดยใช้ความเร็ว 5 ppm

4) ค่าการละลาย คือ เวลาที่ผงละลายอย่างสมบรูณ์ (วินาที)

3.3 การวัดค่าสี

การวัดค่าสี (AOAC, 2000)

1) เลือกโปรแกรม Hunter Lab (L a b) illuminate = D65 และ observer = 10˚

2) ทำการปรับมาตรฐานสีโดยใช้แผ่นเทียบสีดำมาตรฐาน แผ่นเทียบสีขาวมาตรฐานสำหรับตัวอย่างครามผง และน้ำกลั่นสำหรับตัวอย่างอาหารเหลว

3) เทตัวอย่างผงหรือรินตัวอย่างของเหลวแล้วนำไปวางในตำแหน่งที่วัดสีค่าที่ได้จะเป็น L* a* b*

3.4 การวัดค่าความเป็นกรด – ด่าง (pH)

การวัดค่าความเป็นกรด – ด่าง (pH) (Grigelmo – Miguel et al., 1999)

1) ทำการ calibrate เครื่อง pH Metter FEP 20 ด้วยสารละลายบัฟเฟอร์ ที่มีค่า pH 7.0 และ pH 4.0 ตามลำดับ

2) ชั่งตัวอย่างครามผง 5 กรัม เติมน้ำ 50 มิลลิลิตร

3) ทำการวัดค่าความเป็นกรด – ด่าง (pH) โดยจุ่มหัว Probe ลงไป บันทึกค่า pH ที่ได้

3.5 การหาปริมาณความชื้น

การหาปริมาณความชื้น (AOAC, 2000)

1) นำถ้วยสำหรับใส่ตัวอย่างวิเคราะห์หาความชื้นที่ล้างมาอบในตู้อบ ที่อุณหภูมิ 100 -105 องศาเซลเซียส นาน 2 –3 ชั่วโมง แล้วนำออกมาใส่โถดูดความชื้นปล่อยให้เย็น

2) ชั่งตัวอย่างจำนวน 5 กรัม ใส่ถ้วยหาความชื้นที่ทราบน้ำหนักแน่นอนแล้ว ชั่งน้ำหนักรวมทั้งหมดและนำไปอบอุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส นาน 5 – 6 ชั่วโมง

3) นำถ้วยที่มีตัวอย่างออกจากตู้อบใส่โถดูดความชื้นปล่อยให้เย็นและชั่งน้ำหนักที่หายไปคือปริมาณความชื้น

4) อบซ้ำอีกประมาณ 30 นาที และทำเช่นเดิมจนได้ผลต่างของน้ำหนักทั้ง 2 ครั้งต่างกันไม่เกิน 1 – 3 มิลลิกรัม

5) นำค่าที่ได้มาคำนวณหาปริมาณความชื้นจากสูตร

$$\text{Moisture percentage} = \frac{W_1 - W_2}{W_1} \times 100$$

M = ปริมาณความชื้น (ร้อยละ)

W_1 = น้ำหนักตัวอย่างก่อนอบ

W_2 = น้ำหนักตัวอย่างหลังอบ

3.6 วิธีวิเคราะห์หาปริมาณกิจกรรมของน้ำ (a_w)

วิธีวิเคราะห์หาปริมาณกิจกรรมของน้ำ (a_w) โดยนำตัวอย่างครามผงประมาณ 1 กรัม ทำการวัดค่าปริมาณน้ำอิสระด้วยเครื่องวิเคราะห์ a_w Aqualab รุ่น Aw-CX3 TE

3.7 การหาปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด

การหาปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด โดยวิธี pour plate (AOAC, 2000)

1) ชั่งตัวอย่างมา 10 กรัม เติมสารละลายเปปโตน จำนวน 90 มิลลิลิตร

2) ทำการเจือจางครามผงจากปิเปตจากข้อ 1 จำนวน 1 มิลลิลิตร ใส่ในหลอดทดลองที่มีสารละลายเปปโตนปริมาณ 9 มิลลิลิตร และทำการเจือจาง (dilution) ต่อจนได้ระดับความเข้มข้นที่เหมาะสม

3) ปิเปตสารละลายครามที่ระดับการเจือจางที่เหมาะสมจำนวน 3 ระดับ ความเข้มข้นที่ติดกันจำนวน 1 มิลลิลิตร ใส่จานอาหารเพาะเชื้อ

4) เทอาหารเลี้ยงเชื้อ PCA อุณหภูมิ 44-46 องศาเซลเซียส ประมาณ 12-15 มิลลิลิตร ใส่จานเพาะเชื้อเบาๆ

5) ปล่อยให้อาหารวุ้นแข็งตัว แล้วคว่ำจานเพาะเชื้อใส่ถุงพลาสติก นำไปบ่มในตู้บ่มอุณหภูมิ 35-37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 48±3 ชั่วโมง

6) นับจำนวนโคโลนีจากที่มีจำนวนโคโลนีระหว่าง 25-250 คำนวณ cfu./g. หรือ cfu./ml. ของครามผง

การคำนวณดังสูตรต่อไปนี้

$$\text{CFU./g.} = \frac{\sum C}{(v_1 n_1 + 0.1 n_2)d}$$

เมื่อ $\sum C$ = ผลของโคโลนีที่นับได้ทั้งหมดจากจานเพาะเชื้อที่นับได้ในช่วง 25-250 โคโลนี

V_1 = ปริมาณของสารละลายที่ใช้ในการเพาะเลี้ยงเชื้อ

n_1 = จำนวนจานเพาะเชื้อที่นับได้ในช่วง 25-250 โคโลนี ในระดับความเข้มข้นระดับแรก

n_2 = จำนวนจานเพาะเชื้อที่นับได้ในช่วง 25-250 โคโลนี ในระดับความเข้มข้นระดับที่ 2

d = ระดับความเข้มข้นแรกที่สามารถนับเชื้อได้ในช่วง 25-250 โคโลนี

3.8 การหาปริมาณยีสต์และรา

การหาปริมาณยีสต์และรา โดยวิธี pour plate (AOAC, 2000)

1) ชั่งตัวอย่าง 10 กรัม เติมสารละลายเปปโตน จำนวน 90 มิลลิลิตร

2) ทำการเจือจางครามผงอาหารจากปิเปตจากข้อ 1 จำนวน 1 มิลลิลิตร ใส่ในหลอดทดลองที่มีสารละลายเปปโตนปริมาณ 9 มิลลิลิตร และทำการเจือจาง (dilution) ต่อจนได้ระดับความเข้มข้นที่เหมาะสม

3) ปิเปตสารละลายครามที่ระดับการเจือจางที่เหมาะสมจำนวน 3 ระดับ ความเข้มข้นที่ติดกันจำนวน 1 มิลลิลิตร ใส่จานอาหารเพาะเชื้อ

4) เทอาหารเลี้ยงเชื้อ PDA อุณหภูมิ 44-46 องศาเซลเซียส ประมาณ 12-15 มิลลิลิตร ใส่จานเพาะเชื้อ

5) นำไปบ่มในตู้บ่มอุณหภูมิ 35-37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3-5 วัน

6) นับจำนวนโคโลนีจากที่มีจำนวนโคโลนีระหว่าง 25-250 คำนวณ cfu./g. หรือ cfu./ml. ของอาหาร

ส่วนที่ 4

สรุปผลการดำเนินการและข้อเสนอแนะ

การสกัดสีครามเป็นปฏิกิริยาไฮโดรไลซีสสารกลูโคไซด์ในใบครามซึ่งเม็ดสีที่สกัดออกมาจะไม่ละลายน้ำ การแยกเม็ดสีครามในการศึกษาครั้งนี้ใช้วิธีการแยกชั้นเม็ดสีครามจะตกตะกอนแยกออกมาเมื่อนำเม็ดสีครามที่ได้มาผ่านกระบวนการทำแห้งด้วยวิธีกักเก็บ (Encapsulation) ด้วยเครื่องระเหยน้ำแบบพ่นฝอยโดยใช้แป้งดัดแปร (Modified starch) กัมอารบิก (gum arabic) OSAN (N-Octenyl Succinic Anhydride Substituted Starches) และโซเดียมอัลจิเนต (sodium alginate) ในอัตราส่วนร้อยละ 5 เป็นสารเคลือบ นำระเหยน้ำด้วยเครื่องระเหยน้ำแบบพ่นฝอย (spray dryer) จะได้ครามผงที่มีความชื้นร้อยละ 2 มาตรฐานแห้ง กระบวนการที่อนุภาคถูกห่อหุ้มให้อยู่ในรูปของแคปซูลด้วยพอลิเมอร์เป็นชั้นบางๆ ให้เกิดเป็นแคปซูลขนาดเล็กให้ประสิทธิภาพในการทำเป็นครามผงไม่ดีนัก ต้องมีกระบวนการต่อเนื่อง โดยการนำไปผสมสารเคลือบให้อยู่ในรูปแบบของครามเหลวที่มีความเข้มข้นสูง (Indigo paste) หรือการนำระเหยน้ำจนแห้งเป็นก้อนคราม (Indigo cake) แล้วจึงนำไปใช้งานได้ในหลายรูปแบบ เช่น ละลายผสมในผลิตภัณฑ์เครื่องสำอางตามความต้องการ เช่น สบู่ ยาสระผม ครีมล้างมือ เป็นต้น ในการศึกษาขั้นต่อไปจึงควรศึกษาฤทธิ์ทางเภสัชวิทยาของการนำครามมาใช้ในเครื่องสำอาง

ภาพที่ 4-1 ครามผงบรรจุขวดแก้ว

***** หมายเหตุ** : สีจากการพิมพ์รายงานตลอดทั้งเล่มอาจเกิดความคลาดเคลื่อนเนื่องจากคุณภาพของเครื่องพิมพ์ จึงไม่อาจอ้างอิงเฉดสีผลิตภัณฑ์ที่พัฒนาได้จากรายงานฉบับนี้